



水质科学与工程理论丛书

给水处理理论

许保玖 著

中国建筑工业出版社

China Architecture & Building Press

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

水质科学与工程理论丛书

给 水 处 理 理 论

许保玖 著

中国建筑工业出版社

NATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL WORKS
PUBLICATION FOUNDATION

WATER QUALITY SCIENCE AND ENGINEERING SERIES

WATER TREATMENT THEORIES AND PRINCIPLES

Paochiu Hsu

*Professor of Environmental science and Engineering
Tsinghua University*

China Architecture & Building Press

图书在版编目(CIP)数据

给水处理理论/许保玖著. —北京:中国建筑
工业出版社, 2000. 10
ISBN 7-112-04314-X

I. 给… II. 许… III. 饮用水-给水处理
IV. TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 30888 号

本书的绪论、给水处理本身和索引三部分各有独特的内涵。绪论论述给排水工程学科的深化改革。提出以水质科学与工程作为改革后的与水工业相匹配的学科的名称,并对学科的定义、内涵和定位以及 21 世纪水处理科技的发展有了详细论述。主要论点有:当今中国的水资源首要问题是水质持续恶化;通过水质处理路子可以缓解水资源短缺问题;水工业-水质科学与工程的路子是水资源的可持续提供各种用水服务、环境保护及国家经济可持续发展的充要保证;21 世纪的水处理技术应从建设新的技术基础科学体系、利用新材料和利用生物技术三方面积极创新。给水处理部分 15 章的特点首先是推出近 10 年来的 4 个热点题目并进行强化论述:饮用水水质;生物过滤;压力推动膜分离法;生物法除铁除锰。其他特点有:对给水处理进行迄今最完整而又详细的论述;在概念、理论和应用实际等方面进行刨根问底的、严格的、精细的论述,并辅以大量资料图表;全部内容基本上自我完备,一般无须对引用的大量文献进行补充查询。15 章内容为:给水处理的化学基础;饮用水水质;给水处理综论;凝聚和絮凝;沉淀与气浮;过滤;空气吹脱、活性炭吸附与生物过滤;消毒;水的传统软化法与离子交换除盐;膜分离法、纯水制备与咸水淡化;腐蚀与结垢;单项无机物的去除;锅炉给水处理;水的冷却与冷却塔;敞开式循环冷却水处理。本书并按信息时代的要求编制索引,具有大量条目的索引足以作为全书内容的信息检索工具。本书可作为从事给排水工程、环境工程和城市建设工作的研究人员、工程师、大专院校的教师、本科生和研究生的给水处理高档参考书,也可作为给水处理学科的高档教材。

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

水质科学与工程理论丛书

给水处理理论

许保玖 著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京二二〇七工厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 56½ 插页: 1 字数: 1372 千字

2000 年 10 月第一版 2000 年 10 月第一次印刷

印数: 1—2000 册 定价: 117.00 元

ISBN 7-112-04314-X

X·20 (9759)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

过去 10 年,给水排水工程经历了半个世纪以来的首次学科深化改革研究;与此同时,由于公众不断对良好饮用水水质的追求和所带动的生物过滤与膜分离等技术已成为众所周知的给水处理热点题目;另外,这 10 年来提出的科技图书必须编制索引栏目的要求,必然隐涵了新意。于是这 3 个不同层次的事件,分别成为本书绪论、给水处理本身和索引三部曲结构中的强化编著内容。下面是逐部地进行必要的说明。

绪论以全文论述给水排水工程学科的改革设想。这个比给水处理本身层次更高的题目于是找到了它的最合适位置。绪论的前半提出改革后的学科的名称、定义、内涵和定位,后半则论述学科的核心内容水处理的改革设想。绪论的副标题——论水质科学与工程及 21 世纪的水处理科技——已点出这两部分内容。水质科学与工程是传统的给水排水工程经深化改革后的学科名称。

绪论的前半内容可以概括成 4 个命题:当今中国水资源的首要问题是水质持续恶化;通过水质处理的路子可以缓解水资源短缺的问题;水工业-水质科学与工程的路子是水资源可持续发展、环境保护和国家经济可持续发展的必要、甚至是充要条件;水质科学与工程定位为一级学科。这些命题既反映了水工业-水质科学与工程的艰巨历史任务,也反映了促进它们发展的良好机遇。水工业、水质科学与工程将分别成为 21 世纪的阳光工业和阳光学科。

绪论的后半所提的学科核心内容水处理科技的具体改革设想是与水质科学与工程的历史任务和机遇相适应的。水处理科技的改革是学科深化改革的核心内容,也是水质科学与工程的高新技术时代学科特征的集中表现。也就是说,21 世纪的水处理科技应具有 3 个特征:高度的跨学科性;具有精确的理论;高新技术的充分应用。为此,绪论提出了积极创新的 3 条意见:建设新的水处理基础科学与技术基础科学体系;利用新材料;利用生物技术。上述水处理科技的改革设想也是半个世纪以来,给水排水界不断寻求水处理技术有所重大突破的集中反映。

第二部分给水处理共 15 章,大致可分成 3 组内容:1~3 章属于给水处理的基础理论部分;4~12 章除 10 章最后两节外,所讨论的处理方法对饮用水和工业用水均适用,可称为现代给水处理的基本内容;13~15 章则完全论述工业用水的处理。给水处理部分共推出 4 个热点题目:饮用水水质;生物过滤;压力推动的膜分离法;生物法除铁除锰。热点题目在所属的章中都以重量的篇幅进行强化论述。4 个热点题目共占约 8% 的给水处理部分的篇幅,这些强化论述的热点题目,特别是饮用水水质与膜分离法的内容,可能有助于读者对当前为纯净水的促销所进行的种种水处理理论的炒作,形成自己的独立见解。15 章的特点分述如下。

第 1 章为本书所涉及的化学基础理论进行了较深刻的论述。其中细菌生长动力学为生物过滤这一热点题目的生物膜模型提供基础理论。

第 2 章较全面地论述饮用水水质有关的问题。为了充分反映饮用水水质所涉及问题的极端复杂性,于是对美国饮用水标准的制作过程、1998 年现行标准及其有关资料细节,按熟

点题目的要求进行强化论述。饮用水水质是出现微污染水源水给水处理以及各种纯净水上市以来的热点题目。

第3章给水处理综论。本章提出现代饮用水处理流程的两条最重要的设计原则:去除病原体的多级屏障概念;必须考虑如何应付水源发生特大恶性污染事件的问题。本章对水处理试验及反应器理论均有足够分量的论述。

第4~6章分别论述去除水中悬浮物的三步方法:凝聚及絮凝、沉淀与气浮、过滤。这3章的内容属于20世纪70年代以前的饮用水常规处理方法。由于是最常用的方法,每章都用了很重的篇幅来论述,但写法则有所不同。第4章侧重理论性内容,重点有胶体间的作用力、凝聚-絮凝过程及絮凝动力学与杯罐试验等。第5章除颗粒沉降、浓缩池及Young氏方程等理论部分外,大多属于实用性的内容。第6章过滤是全书篇幅最多,甚至可单独成册的一章,因此更能充分反映出写法的许多特点。一个主要的特点是,利用从半个世纪多,特别是近20年来的文献,精心编制的大量数据图表,对各种类型快滤池在过滤-冲洗过程中发生的水力学以及截留水中悬浮物等成分的行为,进行“精细”地论述。其目的有二,一是对滤池的过滤-冲洗过程获得全面、准确的概念;二是为滤池过滤及冲洗的数学模型的严格评论,提供实践资料。另一个主要特点是,本章提出的过滤水头损失、反冲洗强度、产水率、洗水率等计算公式以及完整的滤池设计计算实例都是较为符合实际应用的。本章的引言对本章特点进行了更详细的说明。

第7章论述去除水中有机污染物的3种方法:空气吹脱、活性炭吸附与生物过滤。虽然对前两种方法的论述都已达到近10年来的理论发展深度,但对生物过滤这一热点题目却用了本章1/3以上的篇幅来强化论述。生物过滤的内容有:微污染水处理有关的水质参数;微污染水处理的经验;生物膜的数学模型。

第8章消毒。这是常规饮用水处理的最后灭活病原体工序。本章对消毒的 Ct 值理论、氯消毒的方方面面以及消毒副产物等现代观点均有较深刻的论述。

第9章水的传统软化法与离子交换除盐,论述去除水中溶解离子的方法。本章把加药剂或通过离子交换去除水中钙镁离子的方法称为水的传统软化方法是针对下一章纳滤的软化作用而言的。本章主题是对离子交换树脂的特性、离子交换动力学、离子交换系统的较全面论述。

第10章以膜分离法为主要内容,其中借压力推动的膜分离法,包括反渗透及膜滤(纳滤、超滤与微滤)属于强化论述的热点题目,占有本章近2/3的篇幅。纯水制备与咸水淡化两个内容在本章仅作概念性的介绍。

第11章腐蚀与结垢虽然是给水处理的两个传统题目,但本书的阐述则有所不同。用Pourbaix图作为对铁电化学腐蚀过程全面理解的理论依据,对微生物腐蚀的过程也进行了较细致的阐述。为了对水的腐蚀结垢性评定的正确理解,书中汇集了半个世纪文献中的12个水质稳定指数,并加以评议。

第12章论述铁锰及其他5种无机沾污物的去除问题。本章半数以上的篇幅用于生物法除铁除锰这一热点处理题目的强化论述,对铁锰细菌以及生物法除铁锰理论均有较丰富的资料。生物法除铁除锰是对除铁除锰方法认识上的一个突破,也是生物过滤的一种应用形式。

第13~15章完全是工业用水处理的内容。第13章为工业锅炉给水有关的水质水量间

的各种关系,提供了明确的概念。第 14 章对水的蒸发冷却原理和有关的计算进行了较严格、简明的论述。第 15 章对敞开式循环冷却水处理的理论和实践的论述,都力图反映较新的概念和理念。另外,有关西方水处理专家对冷却水电磁处理持反对意见的综合报导,也属于本章不可缺少的内容。

最后是有索引新意的说明。西方科技图书(包括建国前的科技书)历来都附有索引,平均每页正文约有 2~4 索引条目,个别甚至可高达 8~9 条。还可能存在一套制作索引的规则。严肃的著作似乎更重视索引的制作。如 Helfferich 的《离子交换》世界名著,除每页平均约有 4 条内容条目索引外,还另有人名索引约 2 条。这就大为方便读者的检索。但本书编制索引并不是局限于为了科技书的体例与西方接轨,更主要的是认为,所编制的索引应成为本书全部内容的信息检索工具。因此,通过强化索引条目的数量就能起到强化索引的信息检索工具的作用。这就是信息时代赋予索引的新意。虽然如此,由于受到经验及种种条件的限制,本书的索引仍难达到上述境界。

本书能够出版还要感谢下列诸方面的促进作用:广大读者对作者著作的不吝赞赏;与作者有 20 年合作友谊的中国建筑工业出版社编审俞辉群女士的鼓励以及对完成正式书稿的种种协助;国家科学技术学术著作出版基金的资助。另外,书中引用了安鼎年教授在《给水处理·理论与设计》著作中的部分材料,特此一并致谢。

谨藉此书纪念作者对已故夏元璠、卢孝候、Farrington Daniels 和 Gerald A. Rolich 4 位名教授的崇敬。

许保玖
2000 年元旦
北京清华大学

目 录

序

绪论——论水质科学与工程及 21 世纪的水处理科技	1
0-1 水质科学与工程的学科概念	1
0-2 21 世纪的水处理科技	3
第 1 章 给水处理化学基础	7
水溶液的基本性质	7
1-1 水和水溶液	7
1-2 水合、配合与离子对	11
1-3 化学物种的活度	14
1-4 溶度积	17
1-5 浓度单位	21
1-6 天然水中的溶解固体	23
1-7 天然水中的溶解气体	26
1-8 水的电导率和电阻率	27
1-9 水中阴、阳离子间的关系	28
水-碳酸盐系统	31
1-10 溶液平衡浓度的计算	31
1-11 水-碳酸盐系统	33
1-12 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 和 OH^- 3 种碱度的计算	37
1-13 平衡 CO_2 含量的计算	39
1-14 pH 值因水温改变的变化	41
1-15 水-碳酸盐系统平衡时的 pH 值	44
化学反应动力学	47
1-16 反应速率与反应级数	47
1-17 基元反应	49
1-18 Michaelis-Menten 方程与细菌生长动力学	50
第 2 章 饮用水水质	56
水质参数	56
2-1 天然水中所含成分	56
2-2 水质参数	59
2-3 浊度	60
2-4 悬浮物浓度与悬浮微粒浓度	63
2-5 有机物的水质替代参数	66

饮用水水质与健康	67
2-6 嗅和味	67
2-7 水质与水传疾病	70
2-8 水中病原微生物	71
2-9 大肠杆菌类	76
2-10 病毒与原生动动物	76
2-11 饮用水中的元素与健康	78
2-12 饮用水的放射性	80
2-13 中国的地方病与水质	83
饮用水水质标准	84
2-14 饮用水水质标准	84
2-15 美国的安全饮用水法案与饮用水水质标准	90
2-16 美国饮用水规则的制定	100
2-17 饮用水水质所面临的问题	105
第3章 给水处理综论	111
给水处理与饮用水处理	111
3-1 水在生活、工业生产中的用途与水处理	111
3-2 给水处理	112
3-3 单元处理方法	114
3-4 饮用水处理的内容	116
3-5 处理效率与多级屏障概念	119
3-6 饮用水的处理流程	122
3-7 水处理流程的设计	126
3-8 水处理试验	128
反应器	130
3-9 水处理工程的发展	130
3-10 反应器的类型	132
3-11 物料衡算方程	133
3-12 阶式连续搅拌反应器	134
3-13 反应器的停留时间函数	135
3-14 脉冲信号与阶梯信号	138
3-15 反应器中的混合状态	139
3-16 分散数的概念	141
3-17 各种反应器的效率	142
第4章 凝聚和絮凝	146
胶体及表面化学的基本概念	146
4-1 综论	146
4-2 胶体表面电荷的来源	148
4-3 双电层的构造和界面电位	150

4-4	胶体间的相互作用位能	155
4-5	絮凝现象	159
4-6	絮凝动力学	160
	混凝过程的工程实践	162
4-7	综论	162
4-8	混凝过程中的有机物	164
4-9	药剂的配制和投加	166
4-10	混合设备	169
4-11	絮凝池	171
	混凝剂的化学	176
4-12	铝盐和铁盐混凝剂	176
4-13	硫酸铝的水解物种和聚合氯化铝成分	177
4-14	氯化铁的水解物种及聚合铁成分	181
4-15	活化水玻璃	183
4-16	聚电解质	183
4-17	碳酸镁混凝法	185
4-18	混凝剂的卫生安全性	186
	絮凝过程	188
4-19	絮体的粒度和结构	188
4-20	混合与搅拌	193
4-21	铝盐和铁盐的混凝作用	197
	混凝杯罐试验	201
4-22	杯罐试验与多位搅拌器	201
4-23	杯罐试验的基本操作	203
4-24	杯罐试验的应用	205
4-25	杯罐试验的改进问题	208
第5章	沉淀与气浮	213
	颗粒物在静水中的沉降	213
5-1	颗粒的自由沉降速度	213
5-2	自由沉降试验	218
5-3	分层沉淀	220
	平流沉淀池	223
5-4	综论	223
5-5	平流沉淀池的设计	226
5-6	进口与出口的布置	230
	其他沉淀设备和斜管沉淀组件	232
5-7	沉淀设备	232
5-8	斜管和斜板沉淀池	234
5-9	斜管和斜板长度	237

澄清池.....	247
5-10 澄清池的一般工作原理	247
5-11 机械搅拌澄清池	250
5-12 水力循环澄清池	251
5-13 脉冲澄清池	258
5-14 悬浮澄清池	260
浓缩池	262
5-15 浓缩池的特点	262
5-16 浓缩池的设计	262
沉淀设备的排泥	268
5-17 排泥浓度及排泥耗水率	268
5-18 排泥方法	268
气浮池	270
5-19 综论	270
5-20 气浮池的设计	274
第6章 过滤	278
过滤综论	279
6-1 过滤和慢滤池	279
6-2 快滤池的工艺过程	281
6-3 快滤池滤层的发展和利用	286
6-4 过滤过程中出水浊度和过滤水头损失的变化	289
6-5 快滤池的水力控制系统	295
配水系统、承托层和滤层	301
6-6 配水系统	301
6-7 管式大阻力配水系统	304
6-8 承托层	308
6-9 滤层综论	309
6-10 滤层的粒度特性	311
6-11 滤池的运行行为	317
6-12 影响过滤过程的因素	322
6-13 双层和三层滤料	326
6-14 直接过滤	330
6-15 过滤的其他处理效果	333
过滤过程理论	335
6-16 过滤的水头损失	335
6-17 过滤过程理论综论	340
6-18 悬浮颗粒的去除机理	342
6-19 过滤方程式	344
快滤池的冲洗	348

6-20	冲洗出现的问题	348
6-21	冲洗的方法	351
6-22	石英砂滤层的反冲洗水力学	355
6-23	无烟煤滤层的反冲洗水力学	358
6-24	反冲洗作用机理	360
6-25	反冲洗构筑物	361
	快滤池的设计	365
6-26	快滤池的生产率和洗水率	365
6-27	快滤池的设计	367
6-28	快滤池设计实例	369
	其他形式滤池及表面过滤	383
6-29	其他形式滤池	383
6-30	虹吸滤池	385
6-31	移动冲洗罩滤池	388
6-32	重力式无阀滤池	390
6-33	压力过滤器	391
6-34	表面过滤	392
6-35	预涂层过滤器	393
	补充材料	395
6-36	多叉管的水力学	395
6-37	公式(6-75)和(6-79)的推导	399
6-38	(6-81)、(6-82)和(6-84)等公式的推导	401
第7章	空气吹脱、活性炭吸附与生物过滤	408
	空气吹脱	408
7-1	亨利定律	408
7-2	水-气相间的传质	411
7-3	空气吹脱	413
	活性炭吸附	417
7-4	活性炭的吸附性能	417
7-5	吸附等温线	419
7-6	活性炭柱吸附装置的处理性能	427
7-7	活性炭床的设计	429
7-8	均匀表面扩散模型	433
7-9	粉炭吸附的反应器	435
	生物过滤	437
7-10	水中的微污染物	437
7-11	微污染物的去除与微污染源水的处理	440
7-12	生物膜的数学模型	448
7-13	填料床生物反应器的模型	453

第8章 消毒	460
氯化的化学	461
8-1 氯和氯-氨在纯水中的反应	461
8-2 氯与天然水中其他物质的反应	464
水的消毒	468
8-3 消毒所起的作用与存在的问题	468
8-4 消毒动力学	470
8-5 氯和氯胺消毒原理	473
8-6 氯胺消毒经验	476
8-7 简易氯消毒	477
8-8 臭氧和二氧化氯消毒	479
8-9 消毒副产物	481
液氯和液氨的使用	483
8-10 氯气的特性	483
8-11 液氯容器的使用过程	483
8-12 液氨的使用	485
第9章 水的传统软化法与离子交换除盐	488
水的软化与石灰软化法	488
9-1 软化和除盐的区别	488
9-2 软化的基本方法	490
9-3 石灰软化法	490
9-4 石灰软化设备	497
离子交换树脂及离子交换	498
9-5 离子交换树脂	498
9-6 离子交换树脂的性能	501
9-7 离子交换树脂的类型及其比较	506
9-8 离子交换动力学	512
离子交换软化法	517
9-9 离子交换软化的化学反应	517
9-10 离子交换树脂的工作交换容量	523
9-11 影响树脂工作交换容量的有关因素	526
离子交换软化设备	533
9-12 离子交换器的工作过程	533
9-13 固定床逆流再生离子交换	535
9-14 浮动床离子交换器	538
9-15 移动床离子交换设备	539
9-16 流动床离子交换器	542
9-17 离子交换器运行中的问题	543
离子交换软化系统及其设计	543

9-18	再生设备	543
9-19	除二氧化碳器的设计	544
9-20	软化系统的设计	546
	离子交换法除盐	552
9-21	阴离子交换树脂	552
9-22	离子交换树脂的选择性	557
9-23	阴离子交换树脂的交换特性	558
9-24	离子交换除盐系统	561
9-25	双层床离子交换器	566
9-26	强碱阴树脂的有机沾污与控制	568
9-27	特殊的离子交换除盐系统	572
第 10 章	膜分离法、纯水制备与咸水淡化	578
	电渗析法	578
10-1	离子交换膜的特性	578
10-2	电渗析除盐原理	581
10-3	电渗析器	583
10-4	极化和结垢	587
10-5	电流效率	590
10-6	最佳电流密度	592
10-7	电渗析器的应用	595
	压力推动膜分离法	596
10-8	膜分离法在饮用水处理中的应用	596
10-9	膜分离法的应用特点	597
10-10	膜分离过程中的阻力与沉积物	603
10-11	有关膜分离技术的研发问题	609
	反渗透	611
10-12	渗透和反渗透	611
10-13	反渗透膜的渗透机理	615
10-14	反渗透装置	616
10-15	反渗过程的迁移方程与反渗透器的运行参数	619
	纳滤、超滤与微滤	624
10-16	纳滤	625
10-17	微滤与超滤	630
10-18	PAC-UF 与膜生物反应器	634
	纯水制备	637
10-19	纯水与纯水标准	637
10-20	纯水制备系统	639
	咸水淡化	651
10-21	咸水淡化方法	651

10-22	蒸馏法	652
10-23	冷冻法及其他咸水淡化法	656
第 11 章	腐蚀与结垢	661
11-1	电化学腐蚀	661
11-2	铁的腐蚀过程及 E_h -pH 图	664
11-3	微生物腐蚀	668
11-4	影响腐蚀的因素与腐蚀形式	670
11-5	Langelier 饱和指数和 Ryznar 稳定指数	671
11-6	CCPP 和 Caldwell-Lawrence 图	676
11-7	其他水质稳定指数	685
11-8	水质稳定处理	687
第 12 章	单项无机沾污物的去除	692
12-1	综论	692
	除铁与除锰	695
12-2	氧气氧化除铁	695
12-3	铁细菌	701
12-4	氧化铁锰的微生物	703
12-5	生物法除铁除锰	704
12-6	其他除铁和除锰法	711
	其他无机沾污物的去除	714
12-7	除氟与除砷	714
12-8	除 NO_3^-	716
12-9	除硒与除钡	718
第 13 章	锅炉水处理	722
	锅炉的工作过程、水处理问题、水质标准与流量计算	722
13-1	锅炉的工作过程	722
13-2	锅炉给水的处理问题	724
13-3	锅炉给水及锅水的水质标准	729
13-4	锅炉的给水、补充水及排污水的流量计算	731
	锅炉给水的锅内处理	734
13-5	锅外处理与锅内处理	734
13-6	锅内软化反应	736
13-7	锅内补充处理	739
13-8	全部锅内处理	745
13-9	锅炉的清垢	749
第 14 章	水的冷却与冷却塔	751
	水的冷却与湿空气的热力学性质	751
14-1	水的循环冷却系统	751

14-2	水的冷却原理	753
14-3	湿空气的热力学参数	755
14-4	湿空气的焓湿图	759
14-5	湿球温度 τ	762
14-6	容积传热系数与容积传质系数	764
14-7	Lewis 关系与湿球温度 τ 和绝热饱和温度 t_s	765
14-8	$k_x = \frac{1.61 P_s}{1 + \Delta x} k_p$ 的推导	767
	冷却塔的热力学方程	768
14-9	冷却塔	768
14-10	逆流式冷却塔的基本方程	770
14-11	冷却塔的焓差方程	774
14-12	填料与气水比	780
14-13	横流式冷却塔	783
14-14	风筒式冷却塔	788
14-15	水量损失	789
第 15 章	敞开式循环冷却水处理	793
	循环冷却系统的系统特点	793
15-1	循环冷却系统的浓缩倍数	793
15-2	循环冷却系统的其他水力学参数	796
	循环冷却水的处理	798
15-3	循环冷却水的水质特点	798
15-4	循环冷却水的结垢控制指标	801
15-5	循环冷却水处理综论	804
15-6	腐蚀控制	808
15-7	复方腐蚀控制药剂	812
15-8	沉积物控制	815
15-9	微生物控制	821
15-10	化学清垢和清垢剂	825
15-11	非化学型的循环冷却水处理	826
	补充材料	828
15-12	磷酸盐、磷酸盐、二磷酸盐及磷酸酯	828
15-13	木质素、单宁、褐藻酸盐、纤维素及淀粉	833
15-14	换热器的污垢系数	836
索引		840
	以汉字开头的词语	840
	以西文字母开头的词语	880

Contents

Preface

Introduction ——On Water Quality Science and Engineering and the Water Treatment
Technology of the 21 Century

Chapter1 Chemistry Basics of Water Treatment Processes

Chapter2 Drinking Water Quality

Chapter3 An Introduction to Water Treatment Processes

Chapter4 Coagulation and Flocculation

Chapter5 Sedimentation and Flotation

Chapter6 Filtration

Chapter7 Air Stripping, Activated Carbon Adsorption and Biological Filtration

Chapter8 Disinfection

Chapter9 Conventional Water Softening and Water Demineralization by Ion Exchange

Chapter10 Membrane Processes, Extra-pure Water Preparation and Saline Water Con-
version

Chapter11 Corrosion and Scaling

Chapter12 Removal of Inorganics

Chapter13 Boiler Water Treatment

Chapter14 Water Cooling and Cooling Tower

Chapter15 Water Treatment for Open Recirculating Cooling Systems

Index